

Banana kao izvor rezistentnog škroba

Lukić, Mirna

Undergraduate thesis / Završni rad

2015

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, FACULTY OF FOOD TECHNOLOGY / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:109:420744>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-04**

REPOZITORIJ

PTF OS

PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Food Technology Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
PREHRAMBENO – TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

Mirna Lukić

Banana kao izvor rezistentnog škroba

završni rad

Osijek, 2015.

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK**

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENA TEHNOLOGIJA

Nastavni predmet
Funkcionalna hrana i dodaci prehrani

Banana kao izvor rezistentnog škroba
Završni rad

Mentor: prof. dr. sc. Daniela Čačić Kenjerić

Studentica: Mirna Lukić

MB: 3398/10

Mentor: prof. dr. sc. Daniela Čačić Kenjerić

Predano (datum):

Pregledano (datum):

Ocjena:

Potpis mentora:

Banana kao izvor rezistentnog škroba

Sažetak:

Banana je vrsta tropske biljke čiji plod spada u najkonzumiraniju hranu svijeta, budući da je dostupan tijekom cijele godine. Povoljno utječe na zdravlje svih dobnih skupina, te obiluje pozitivnim karakteristikama koje mogu pomoći u reduciranju rizika od nastanka brojnih bolesti. Brz je i učinkovit izvor energije, lako je probavljiva i lako se konzumira, što je vrlo bitno za starije osobe, ali i djecu. Banane su izvor vitamina C, B6, mangana i kalija. Dobar su izvor rezistentnog škroba, koji povoljno utječe na probavni trakt. Moguća je i tehnološka proizvodnja škroba iz banana, koji se najčešće nalazi u obliku brašna.

Ključne riječi: banane, energija, rezistentni škrob, hrana, probavljivost, konzumacija, probavni trakt, proizvodnja

Banana as a resistant starch source

Summary:

Banana is a tropical plant, and its fruit is one of the most consumed fruit in the world, because they are available all year. They have a beneficial effect on all age groups, and they have many positive characteristics which can help in reducing the risk of all kinds of diseases. Banana is fast and efficient source of energy. They are easily digestible and consumed, what is very important for the elderly and children. They are also a great source of vitamin C, vitamin B6, manganese and potassium. Banana is also a good source of resistant starch, which is beneficial for our digestive system. Technological production of starch from banana is also possible, especially in the form of flour.

Keywords: banana, energy, resistant starch, food, fruit, digestibility, consumption, digestible system, technological production

Sadržaj

1. UVOD	1
2. GLAVNI DIO	3
2.1. BANANA	4
2.1.1. Rasprostranjenost	6
2.1.2. Kemijski sastav i svojstva.....	7
2.2. ŠKROB BANANE.....	10
2.2.1. Struktura i probavljivost.....	10
2.2.2. Fizikalno-kemijska svojstva	11
2.2.3. Tehnologija proizvodnje.....	13
2.2.3.1. Alkalna ekstrakcija	13
2.2.3.2. Ne alkalna ekstrakcija	14
2.2.4. Učinci na zdravlje	14
2.2.4.1. Celijakija.....	15
2.2.4.2. Dijabetes.....	17
2.3. BANANA U PIRAMIDI PRAVILNE PREHRANE.....	18
2.3.1. Banana kao namirnica iz skupine voća.....	19
2.3.2. Banana kao izvor vitamina A.....	20
2.3.3. Banana kao izvor škroba	21
3. ZAKLJUČAK	24
4. LITERATURA	26

1. UVOD

Banana je najpopularnije voće na svijetu. Prvi puta se spominje u budističkim tekstovima 600. godina prije Krista. Prema jednoj indijskoj legendi, Eva je Adamu u rajskom vrtu ponudila bananu a ne jabuku, pa se stoga banana u Indiji nazivaju i „rajskim voćem“ Arapski trgovci su bananu donijeli u Afriku, gdje su se s njom upoznali i Portugalci, koji su ju zatim preneli u Ameriku krajem 15. stoljeća (Mateljan, 2008.). Razvoj i napredovanje tehnološke opreme za rashlađivanje omogućili su brz i jednostavan transport ovog voća po cijelome svijetu.

Banana je na četvrtom mjestu po konzumaciji u svijetu, odmah nakon riže, pšenice i kukuruza, te raste u svim tropskim dijelovima svijeta (Srednja i Južna Amerika, veći dio Afrike te Južna i Jugoistočna Azija). Prema podacima iz 2011. godine, najveći proizvođači banana bili su Indija sa 29,7 milijuna tona, koju slijedi Kina sa 10,4 milijuna tona, zatim Filipini sa 9,2 pa Ekvador sa 7,4 i Brazil sa 7,3 milijuna tona proizvedenih tona.

Iako se sve vrste banana mogu konzumirati u svježem obliku, zbog razlika u sastavu i organoleptičkim karakteristikama polovina banana proizvedenih u svijetu konzumira se u svježem obliku dok se druga polovica termički tretira (kuha, peče ili prži) prije konzumacije. Nadalje, osim izravne konzumacije banane se prerađuju na različite načine (Forster i sur., 2003.).

Cilj ovoga rada je upoznavanje s karakteristikama banane, njezinim kemijskim sastavom i povoljnim učincima na zdravlje ljudi, s posebnim osvrtom na bananu kao izvor rezistentnog škroba. Nadalje, rad će pokazati kako učestala konzumacija ovog popularnog voća zbog pojedinih komponenata može doprinijeti ljudskom zdravlju.

2. GLAVNI DIO

2.1. BANANA

Banana prirada porodici Musaceae. Stablo joj može narasti i do visine od osam metara. Na vrhu stabla nalaze se veliki, zeleni listovi koji su dosta krhki pa lako pucaju, a između njih pruža se jedna grana sa visećim cvatom koji dostiže dužinu od oko jednog metra. Cvijet je žute boje, sa plodovi banane vise u obliku grozdova, te im može biti od 50 do 150 po jednom cvatu (**Slika 1**).



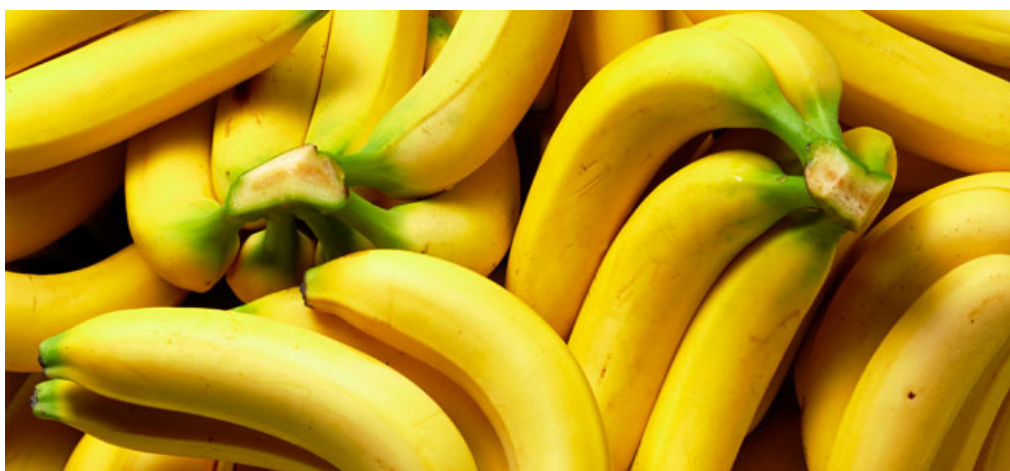
Slika 1 Plod banane

Pri dozrijevanju ploda događaju se razne kemijske reakcije, ali najvažnija je ipak ona prelaska škroba u saharozu i glukozu (nešto manje u fruktozu) i ona koja se očigledno događa pri dozrijevanju, a to je prelazak zene kore u žutu – prelazak pigmenta klorofila u karoten ([Mateljan, 2008.](#)).

Prosječna banana teži oko 120 grama i velika je oko 15 centimetara. To naravno ovisi i od vrste banane. Sadržaj unutar koje je mekan i mesnat, a okus mu ovisi od zrelosti. Obično je blijedo žute boje, slatkog okusa ukoliko je banana zrela, te gorko brašnastog okusa ukoliko je banana nezrela (odnosi se na Cavendish banane).

Danas je poznato puno podvrsta banane, one se dijele u dvije glavne kategorije:

- Slatke banane (*Musa sapienta*, *Musa nana*)
- Brašnaste banane / banane za pečenje (*Musa paradisiaca*) (Mateljan, 2008.).



Slika 2 Cavendish banane

Slatke banane se razlikuju u svojoj veličini i boji. Iako smo mi najčešće naviknuti gledati one žute boje, neke zrele banana mogu imati i crvenu, roza, crnu ili ljubičastu koru. Kako u boji, tako se razlikuju i u okusu, od manje do više slađih. Žute banane koje su dostupne u većini naših trgovina su *Cavendish* (**Slika 2**).

Brašnaste banane/banane za pečenje većinom se upotrebljavaju u kuhinji zbog svojih škrobnih karakteristika. Više se smatraju povrćem. Često se koriste i kao zamjena za škrobno povrće poput krumpira u juhama i gulašima. Za razliku od slatkih banana, ova vrsta sadržava znatno veće količine beta-karotena.



Slika 3 Manzano banana (Fruit Maven, 2010.)

Jedna od podvrsta su i egzotične banane, u koje spadaju Manzano banane, Saba i Brazilske crvene banane (**Slika 3**). One se najčešće mogu naći u specijaliziranim trgovinama (Mateljan, 2008.).

2.1.1. Rasprostranjenost

Kako je već spomenuto, banana je tropska biljka, što znači da zahtjevaju određeno podneblje da bi mogle rasti. Indija predvodi kao najveći proizvođač banana sa 29,7 milijuna tona, zatim ju slijedi Kina sa 10,4 milijuna tona, Filipini sa 9,2, Ekvador sa 7,4 i Brazil sa 7,3 milijuna proizvedenih tona (FAOSTAT, 2011.).

Iako je Indija najveći proizvođač ovog voća, nije i najveći izvoznik. Naime, to je Ekvador koji godišnje izvozi 5,8 milijuna tona, kojega zatim slijede Filipini sa 2 milijuna, Kostarika sa 1,9 milijuna, Kolumbija sa 1,8 milijuna i Guatemala sa 1,4 milijuna tona. Najveći uvoznik banane je SAD sa 4,1 milijun tona godišnje, a najmanji Japan sa 1,1 milijun (FAOSTAT, 2011.).

Prema podacima Državnog zavoda za statistiku (DZS), u Hrvatsku je 2012. godine uvezeno nešto više od 46 tisuća tona ove voćke, te se uvoz polako smanjuje u zadnjih sedam godina.

Laka dostupnost ove voćne donosi sa sobom i probleme prekomjerne količine i kako to na ekološki prihvatljiv način zbrinuti. Godišnje propadne oko 0,05 % banana od ukupne proizvedene količine (145 milijuna tona), te to predstavlja i veliki problem u očuvanju

okoliša. Na primjer, stanovnici Nove Gvineje prezrelih i trulih banana, ili pak onih koje nisu dovoljne dužine riješavaju se tako što ih bacaju u rijeku, što dovodi do prezasićenja vode što dovodi do zagađenja okoliša. Drugi problem je prekomjerna uporaba pesticida. U želji da plodovi budu što duži i veći u što kraćem vremenu koriste se prekomjerna količina pesticida koja također nepovoljno utječe što na okoliš što na zdravlje čovjeka. Velika količina prezrelih i oštećenih komada banana može se samljeti u brašno koje je odlična zamjena za brašno od pšenice (celijakija), ili pak služiti kao prihrana za životinje (Zhang i sur, 2005.).

2.1.2. Kemijski sastav i svojstva

Plod banane sastoji se od kore i jestive pulpe. Sastav banane (podrazumijevajući samo pulpu kao jestivi dio) prikazan je u **tablicama 1 i 2**. Iako na spomen banane većina ljudi pomisli na kalij kao glavni sastojak, banana je ujedno bogata i vitaminima B6 i C, manganom te karotenoidima i fitosterolima, aminokiselinama, te ostalim komponentama u različitim koncentracijama (Mateljan, 2008.).

Tablica 1 Kemijski sastav banane (Mateljan, 2008.)

Hranjiva tvar	Količina	% dnevne preporuke	Gustoća	Kakvoća
B6 Piridoksin	0,7 mg	34,0	5,6	Vrlo dobra
Vitamin C	10,7 mg	17,9	3,0	Dobra
Kalij	467,3 mg	13,4	2,2	Dobra
Vlakna	2,8 g	11,3	1,9	Dobra
Mangan	0,2 mg	9,0	1,5	Dobra

U samoj sredini pulpe pronađene su veće koncentracije pepela i proteina nego u ostalim dijelovima (sjeme i područje oko sjemena). Isto vrijedi i za vlakna, koja su u većoj koncentraciji zastupljena u sredini banane. Askorbinska kiselina distribuirana je obrnuto, u vanjskim dijelovima banana je veća koncentracija nego u unutrašnjem dijelu. Sredina pak sadržava najveći dio minerala (Na, K, Mg, Zn, Fe, Cu, Ca) (Forster i sur., 2003.).

Tablica 2 Sadržaj karotenoida i fitosterola u 100 g banane (Mateljan, 2008.)

Karotenoidi	
Alfa-karoten	29,5 µg
Beta-Karoten	30,7 µg
Lutein + zeaksantin	26,0 µg
Fitosteroli	
Fitosteroli - ukupno	18,88 mg

Tablica 3 prikazuje analizu hranjivih tvari u jednoj srednje velikoj banani (banana prosječne mase 118 g). Banana je također bogata aminokiselinama, od kojih je pogodno spomenuti triptofan koji se u organizmu pretvara u serotonin, koji je zaslužan za dobro raspoloženje (Mandić, 2007.).

Tablica 3 Količine hranjivih tvari koje sadrži jedna banana prosječne veličine
(Mateljan, 2008.)

Hranjiva tvar	Vrijednost
Kalorije	108,56
Kalorije iz masti	5,10
Kalorije iz zasićenih masti	1,96
Bjelančevine	1,22 g
Ugljikohidrati	27,65 g
Vlakna	2,83 g
Topljiva vlakna	0,91 g
Netopljiva vlakna	1,92 g
Šećer	21,82 g
Monosaharidi	8,97 g
Disaharidi	12,27 g
Ostali ugljikohidrati	3,00 g
Masti – ukupno	0,57 g
Zasićene masti	0,22 g
Jednostruko nezasićene masti	0,05 g
Višestruko nezasićene masti	0,11 g
Omega – 3 masne kiseline	0,04 g
Omega – 6 masne kiseline	0,07 g
Trans masne kiseline	0,00 g
Kolesterol	0,00 g
Voda	87,63 g
Pepeo	0,94 g
Pantotenska kiselina	0,31 mg

2.2. ŠKROB BANANE

Škrob je ugljikohidrat sastavljen od amiloze i amilopektina. Vrlo važan produkt asimilacije u biljkama, uz celulozu. Škrob je produkt fotosinteze (Šubarić i sur., 2012.).

S prehrambenog stanovišta, škrob kao ugljikohidratnu komponentu ubrajamo makronutrijente, a količina energije koja se u organizmu dobiva njegovom probavom iznosi 4 kcal/g (Mandić, 2007.).

Rezistentni škrob (RS) je jedna od frakcija škroba koja se ne razgrađuje u tankom crijevu već kroz njega prolazi te doprova u debelo crijevo gdje snižava pH te doprinosi nastanku kratkolančanih masnih kiselina (fermentacija) doprinoseći zdravlju GI sustava te tako ima pozitivan učinak na zdrav rad crijeva. Nalazimo ga u leguminozama, riži, nekim vrstama tjestenina, pahuljicama od cjelovitih žitarica te banani.

2.2.1. Struktura i probavljivost

Škrob je vrsta polisaharida izgrađena od jedinica glukoze povezanih u dva polimerna lanca – amilozu i amilopektin koji su međusobno povezani vodikovim vezama (kompaktna struktura). Amiloza je dominantno ravnolančasti lanac u kojemu je glukoza povezana alfa 1-4 glikozidnom vezom, dok je amilopektin razgranati polimer u kojemu je glukoza povezana alfa 1-6- glikozidnim vezama na mjestu grananja, uz alfa 1-4 veze (Šubarić i sur., 2012.).

Amiloza i amilopektin čine škrobnu granulu, čija svojstva veličine i oblika ovise o podrijetlu škroba. Veličina škrobne granule kreće se od 1-100 µm. Udio amiloze u škrobu iznosi od 20 do 30 %. Iznimka su voštani škrobovi koji sadrže manje od 15 % i visokoamilozni škrobovi koji sadrže od 50 do 80 % amiloze i od 70 do 80 % amilopektina (Šubarić i sur., 2012.).

Uz glavne sastavnice amilozu i amilopektin, škrob sadrži i male količine neugljikohidratnih komponenata kao što su proteini, masnoća i pepeo (Šubarić i sur., 2012.).

Odnos između udjela amiloze i amilopektina u škrobu jedan je od značajnijih parametara vezanih uz funkcionalna svojstva škroba (Zhang i sur., 2005.). Sastav škroba, kao i interakcija sa ostalim komponentama (lipidi, proteini) i način obrade uz temperaturu i vrijeme obrade utječu na probavljivost škroba (Mateljan, 2008.).

U škrobu banane amiloza je zastupljena sa 10 – 11 % u odnosu na škrob žitarica u kojima čini 20 – 25 % (Zhang i sur., 2005.).

Obzirom na stupanj i intenzitet probave škrob se dijeli na tri glavne vrste:

- lako ili brzo probavljivi škrob (RDS – rapidly digestible starch), koji se razgrađuje u zasebne jedinice glukoze u roku od 20-tak minuta, a nazimo ga primjerice u pire krumpiru
- sporo ili teško probavljivi škrob (SDS – slow digestible starch) koji je također u potpunosti razgradljiv u tankom crijevu ali kroz sat vremena, u koji se ubrajaju sirovi škrob kristalne strukture i retrogradirani škrob u granularnom obliku;
- rezistentni škrob (RS – resistant starch), frakcija škroba koji se unatoč djelovanju enzima pululanaze i alfa amilaze ne razgrađuje u tankom crijevu ni nakon dva sata. stoga rezistentni škrob možemo opisati i definicijom „frakcija škroba koja ne podliježe razgradnji u tankom crijevu već nerazgrađen prelazi u debelo crijevo i tamo podliježe fermentaciji“. Preko mnogih studija dokazano je da se RS ponaša kao vlakna, tj. da posjeduje svojstva vlakana (Šubarić i sur., 2011.; Zhang i Hamaker, 2012.).

Sadržaj škroba u sirovom brašnu banane kreće se oko 3 % RDS, 15 % SDS i oko 57 % RS na ukupni sadržaj škroba koji u prosjeku iznosi 75 % ukupne mase (Zhang i Hamaker, 2012.). Analizom različitih kultivara banane utvrđene su statistički značajne razlike u razinama topivog, netopivog u ukupnog škroba u bananama (Thakorlal i sur., 2010.).

Mikroskopski je utvrđeno da se škrob u banani nalazi u obliku nepravilnih granula sa glatkom površinom. Istraživanjem je utvrđeno da se na toj glatkoj površini granula nalazi i zaštitni omotač koji zapravo spriječava razgradnju izazvanu enzimima. Vrlo je vjerovatno da ova činjenica objašnjava i rezistentnost škroba i ne podložnost enzimskoj aktivnosti (Zhang i Hamaker, 2012.).

2.2.2. Fizikalno-kemijska svojstva

U praktičnoj primjeni funkcionalnost škroma ocjenjuje se kroz svojstva poput želatinizacije i sposobnosti bubrenja.

Topljivost RS se kreće od 1,57 – 2,18 % pri temperaturi od 50°C. Nema većih razlika u topljivosti škroba pri različitim metodama, iako je veći napredak uočen pri temperaturi od 60°C, gdje se topljivost popela na 3,18 %. Uz pomoć ultrazvučnog tretmana i sušenja u struji toplog zraka, topljivost škroba se znatno povećala. Dolazi do oslobađanja škroba iz granula čime je povećan kapacitet vezanja vode. Kod zrele banane dokazano je da je topljivost škroba vrlo niska, gotovo jednaka nuli ispod temperature od 90°C. Ukoliko se izvrši predtretman alkoholom, značajno se povećava topljivost škroba (Izidoro i sur., 2011.).

Moć bubrenja je mjera sposobnosti škrobne granule da poveća svoj kapacitet prilikom upijanja vode. Moć bubrenja, upijanja vode i topljivosti proporcionalni su povećanju temperature, sa startom pri 60°C. Promjena u strukturi prilikom bubrenja događa se zbog pucanja intramolekularnih vodikovih veza, koje uzrokuju nepovratno upijanje vode. Moć upijanja vode i bubrenje molekule također može ovisiti i o rasporedu i položaju kao i količini amiloze i amilopektina. Također najpoznatije promjene koje se događaju pri povećanju temperature su želatinizacija i retrogradacija škroba (Izidoro i sur., 2011.).

Nativni škrobovi nisu topljivi u hladnoj vodi, što omogućuje njihovu laku ekstrakciju. Sam proces zagrijavanja škrobne granule na temperaturama do 50 °C pri kojem dolazi do bubrenja molekule je reverzibilan, dok se proces želatinizacije događa pri daljnjem zagrijavanju škroba na temperaturama od 60-80°C pri čemu dolazi do gubitka kristalne strukture granula škroba koje na kraju pucaju i tvore gel. Takav gel ima veliku moć upijanja vode i bubrenja. Sve vrste banana pokazuju da se škrob ponaša kao ne-Newtonovska tekućina.

Termin retrogradacije najčešće se koristi za pojavu ponovnog kristaliziranja amilopektina nakon hlađena želatiniziranog škroba, budući da je u neželatiniziranoj strukturi škroba amilopektin djelomično kristaliziran, dok je amiloza nekristalizirana. Zato se kod ponovne kristalizacije amilopektina koristi izraz retrogradacija, dok se amiloza kristalizira kao takva. Na samu retrogradaciju utječu i brojni čimbenici kao što su pH, vrsta i koncentracija škroba, temperaturai vrijeme želatinizacije, pa zatim skladištenja škroba. Retrogradacija može imati i različite učinke kao što su porast viskoznosti, pojava neprozirnosti i mutnoće, izdvajanje vode, stvaranje taloga i gela (Zhang i Hamaker, 2012.).

Nikakve značajne razlike u sastavu nisu pronađene sušenjem škroba različitim metodama. Jedine razlike su u količini sastavnica između različitih sorti banana (neke su bogatije RS).

Sušenjem pod višim temperaturama (130°C) RS postaje podložniji enzimskim promjenama. Također i vrijeme sušenja namirnice utječe na promjene, kao što su topljivost, snaga upijanja vode i bubrenje (Izidoro i sur, 2011.).

2.2.3. Tehnologija proizvodnje

Obzirom na pozitivne učinke na zdravlje, ali i pozitivne učinke na proces proizvodnje rezistentni škrob se kao dodatak koristi u pekarskoj industriji, proizvodnji majoneze, margarina, kolača, keksa, žitarica za doručak, tjestenine, sportskih napitaka i drugih komercijalno dostupnih proizvoda (Šubarić i sur., 2012.).

Komercijalna proizvodnja rezistentnog škroba započela je 90-ih godina prošlog stoljeća a otada su patentirani mnogobrojni različiti postupci proizvodnje. Komercijalni proizvođači rezistentnog škroba kao sirovinu koriste škrob s visokim udjelom amiloze koji ima visoku sklonost retrogradacije (Šubarić i sur., 2012.). Sirovine koje se najčešće koriste pri proizvodnji škroba su kukuruz, pšenica, krumpir, tapioka i riža te banana.

Prije nego se krene u samu proizvodnju škroba iz banana, ili neke druge sirovine, potrebno je znati glavna fizikalno-kemijska svojstva (želatinizacija i retrogradacija), te funkcionalna svojstva (topljivost, bubrenje i moć upijanja vode, te reološka svojstva gela i pasti, kao i sinereza) da bi se bolje ustvrdila buduća namjena takvog škroba.

Proizvodnja škroba iz banane ima svijetlu budućnost zato jer proizvodnja nije skupa, niti je potrebno puno kemikalija, a sirovina može biti velikog raspona kvalitete - od nezrelih, preko zrelih do prezrelih plodova. Samom upotrebom banane koja nije za konzumaciju pomoglo bi se smanjiti znatnu količinu otpada koja stvara probleme većim proizvođačima i pomoći očuvanju i zaštiti okoliša (Zhang i sur., 2005.).

Tehnologija proizvodnje škroba iz banana uključuje metode alkalne i nealkalne ekstrakcije (Zhang i sur., 2005.).

2.2.3.1. Alkalna ekstrakcija

Pojam ekstrakcije opisuje odvajanje jedne ili više sastavnica iz neke krute ili kapljevine smjese, uz pomoć nekog otapala. Najčešće korištena otapala danas su n-heksan, dietil eter,

petroleter. Alkalna ekstrakcija podrazumijeva da se kao otapalo koristi neki spoj koji je alkalan (lužnat, bazičan), primjerice NaOH.

Istraživanja provedena na zelenim bananama sa područja Tajvana pokazala su da je alkalna ekstrakcija uspješna metoda pri proizvodnji škroba iz banana (Zhang i sur., 2005.).

Mokro mljevenje je pogodno ovu vrstu proizvodnje sirovine. Mulj se moči u 0,1 M otopini natrij hidroksida pa se zatim profiltrira kroz gazu, te se škrob zatim pere sa vodom i suši. Količina dobivenog škroba ovisi o upotrebljenoj sirovini obzirom da pulpa zelene banane sadrži 62 % škroba, dok je njegov sadržaj u potpuno zreloj banani tek 2,58 % (Zhang i sur., 2005.).

2.2.3.2. Ne alkalna ekstrakcija

Ne alkalna ekstrakcija podrazumijeva da će se sama ekstrakcija provoditi uz pomoć ne alkanog otapala.

U nekim istraživanjima pokušalo se ekstrahirati škrob iz banana uz pomoć vode. Pri tome se očišćena i narezana banana podvrgava procesu mljevenja i centrifugiranja da bi se zatim smeđkasti sloj sa površine uklonio, kao i sve moguće zaostale primjese. Otopina se zatim ostavlja da odstoji oko 15-tak minuta da bi se sloj škroba slegnuo, te bi se višak oddekantirao. Čistoća takvog škroba penje se i do 99,5 % (Zhang i sur., 2005.)

Jedan od postupaka koji zahtjeva jako malo upotrebe kemikalija i strojeva te kratki vremenski period je patentirao Whistler (1998.). Pulpa banane natapa se u vodenoj otopini natrij bisulfata pH vrijednosti od 3,5 do 5,5, od 2 do 4 sata pri temperaturi do 40 °C. U tom vremenskom periodu, enzimi poput pektina i poligalakturonaze razaraju stjenke stanice, te tako omogućavaju granulama škroba prelazak u vodenu otopinu. Mješavina se zatim propušta kroz žičana sita da bi se odvojile bilo kakve primjese i nečistoće, te zatim centrifugira ostatak.

2.2.4. Učinci na zdravlje

Rezistentni škrob je otporan na djelovanje enzima i zato neprobavljiv u tankom crijevu te kao rezultat pogodan za održavanje pogodne peristaltike crijeva (Thakorlal i sur., 2010.). RS

također smanjuje glikemijski indeks, smanjuje razinu kolesterola te pomaže pri održavanju tjelesne mase, te djeluje povoljno na metaboličke mehanizme vezane uz djelovanje inzulina (Zhang i sur., 2005.; Longo, 2013.).

Rezistentni škrob stimulira rast poželjnih bakterija *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, *Eubacterium*, *Bacterioides*, *Enterobacter* i *Streptococcus*, te ujedno inhibira rast nepoželjnih bakterija sojeva *Escherichia coli*, *Clostridium difficile* i anaerobnih bakterija koje reduciraju sumpor i sulfat. Uz to, potiče i obnavljanje sluznice crijeva te tako pomaže u liječenju upalnih procesa (Šubarić i sur., 2012.).

Hipokolesterolemijski učinak RS očituje se kroz činjenicu da prehrana bogata rezistentnim škrobom rezultira povećanjem volumena stolice te u konačnici sniženjem razine kolesterola i triglicerida u krvnoj plazmi (Thakorlal i sur., 2010.).

Sve navedene povoljne karakteristike rezistentnog škroba trebale biti dovoljan razlog za uvrštavanje banana kao izvora rezistentnog škroba u svakodnevnu prehranu.

Zelena banana ima veći udio RS, ali i zrela banana povoljno utječe na zdravlje. Jedina negativna strana je to što su banana uvrštene na popis hrane koju bi trebali izbjegavati osobe alergične na latex. Naime između 30 % i 50 % osoba alergična na latex pati i od alergija na određene namirnice bilnog podrijetla. Simptomi se mogu pojaviti odmah, a mogu se i pojaviti u vidu odgođenih reakcija koje mogu varirati od osipa do težih slučajeva astme i anafilaksije. Naime neke namirnice, a među njima i banana, sadržavaju enzim kitinazu koji ima sličnu strukturu bjelančevine kao i latex. Najbolje bi bilo izbjegavati ove namirnice u slučaju alergije (Mateljan, 2008.).

2.2.4.1. Celijakija

Celijakija je osjetljivost tankog crijeva na gluten, bjelančevinu koja se nalazi u većini žitarica izuzev kukuruza i riže. Bolest je to koja pogađa 0,3 do 1 % stanovništva globalno. Nepodnošenje glutena nadražuje tanko crijevo i kao rezultat izaziva propadanje resica na sluznici koje su bitne za apsorpciju hranjivih tvari. Sama riječ dolazi od grčkog koiliakos, te znači bol u trbušnoj šupljini, ali sama bolest može biti kompliciranija te izazvati probleme i izvan trbušne šupljine, tj. želuca i crijeva. Čini se da je sama bolest nasljedna, no sami uzrok još nije točan, iako su istraživanja pokazala da je povezano sa nedostatkom enzima koji

razgrađuje gluten. Druga istraživanja pokazala su da je problem u imunološkom sustavu zbog kojega neke stanice napadaju crijevne resice ukoliko je gluten uključen u prehranu. Samo liječene celijakije zasniva se gotovo isključivo na promjeni prehrambenih navika, tj. izbjegavanju konzumacije namirnica koje sadrže pšenicu, raž, ječam i zob ([Puppini i sur., 2012.](#)).

Bezglutenska vrsta prehrane traje cijeli život. Većina bolesnika dobro podnosi hranu koja sadrži kukuruz, proso i rižu, no to je sasvim individualno. Trebalo bi se izbjegavati masnu hranu i mliječne proizvode koji su teže probavljivi. Moguće je da će tijekom oporavka od bolesti biti potrebni i suplementi vitamina, kao što su vitamin A, i ostaloga poput cinka i folne kiseline. Pogotovo ukoliko boluju buduće trudnice. Naime, spontani pobačaji su češći kod osoba koje pate od celijakije. Dok mušku populaciju mogu zadesiti problemi sa impotencijom. Celijakija se javlja najčešće u dojenačkoj dobi, iako može pogoditi bilo koju dobnu skupinu.

Dr. Sidney V. Haas bavio se istraživanjem djece oboljele od celijakije još 1923. godine. U svom radu "The Value of Banana in the Treatment of Celiac Disease" (značenje banane u liječenju celijakije) potanko objašnjava kako su brojni pacijenti, mahom djeca prolazili kroz oporavak od teškog oblika anoreksije i odbijanja hrane zbog toga što im je bila krivo postavljena dijagnoza. Nakon što bi prolazili kroz tretman tretiranja formulama koje su uključivale banane, ili brašno od banana, zdravstveno stanje bi se svima popravljalo. Liječio je više od 600 djece sa ovakvim problemom ([Thompson, 2008.](#)).

Dr. Sidney V. Haas također je izdao knjigu u kojoj navodi sve dozvoljene namirnice za oboljele od celijakije, „Specifična ugljikohidratna dijeta“. Za ovu bolest posebno je pogodna zrela pa čak i prezrela banana. Naime, zrela banana razvija supstancu koja se naziva TNF (Tumor Necrose Factor – faktor nekroze tumora). Ta supstanca ima mogućnost da se bori protiv stanica koje najčešće uzrokuju anomalije koje dovode do nastanka raka. Antikancerogena svojstva proporcionalna su zrelosti banane. Zrela banana je također pogodna zbog toga što se šećer lakše apsorbira, za razliku od nezrelih kod kojih se škrob još nije pretvorio u šećer - što je izuzetno bitno za oboljele od celijakije, budući da oni teško podnose velike količine šećera ([Thompson, 2008.](#)).

2.2.4.2. Dijabetes

Dijabetes je bolest kod koje organizam ne može pretvarati glukozu iz krvi u energiju, iz dva moguća razloga: bilo zbog nedostatka hormona inzulina, bilo zbog njegovog neučinkovitog korištenja. Tako razlikujemo dva tipa dijabetesa: tip 1 i tip 2. Iako su to uobičajeni nazivi za navedene probleme s inzulinom, pravi bi nazivi trebali biti - dijabetes tipa 1 - inzulinski deficitarni dijabetes, a za dijabetes tipa 2 - inzulinski rezistentan (neosjetljiv) dijabetes ([Živković, 2002.](#)).

Banana kao jedna od namirnica sa relativno niskim GI (73) pogodan je izbor za osobe oboljele od dijabetesa tipa 2 jer blago utječe na razinu šećera u krvi, tj. razina šećera u krvi se blago povisuje. Zelene banane još su pogodnije za konzumaciju kod ljudi sa ovom bolešću, jer sadrže male količine šećera a relativno velike količine rezistentnog škroba, te ih se može konzumirati u većim količinama.

Veći broj autora ([Robertson i sur., 2003.](#); [Heacock i sur., 2004.](#); [Yamada, 2005.](#)) dokazao je da konzumacija hrane s povećanim udjelom rezistentnog škroba već tijekom 24-satnog perioda mijenja osjetljivost inzulina i metabolizam masnih kiselina što rezultira smanjenjem razine glukoze u krvi pa se razmatraju mogućnosti primjene rezistentnog škroba u terapiji dijabetesa.

RS pokazuje i potencijal produljenja perioda osjećaja sitosti kroz usporavanje gastričkog pražnjenja te i na taj način pozitivno utječe na metaboličku kontrolu kod inzulinske neovisnog dijabetesa ([Thakorlal i sur., 2010.](#)).

2.3. BANANA U PIRAMIDI PRAVILNE PREHRANE

Prehrambena piramida je simboličan prikaz preporučenog unosa hrane koji pogoduje ljudskom zdravlju, budući da nudi najbolji omjer nutrijenata ovisno o dobi dana i potrebama organizma. Prvu prehrambenu piramidu složilo je i izdalo američko Ministarstvo poljoprivrede 1992. godine. Od tada je ona, zbog što boljeg razumijevanja u općoj populaciji, ali i novih spoznaja u području hrane i prehrane, transformirana nekoliko puta. Putem ovog vodiča, trebalo bi biti jednostavnije pratiti i planirati obroke (Alebić, 2008.).

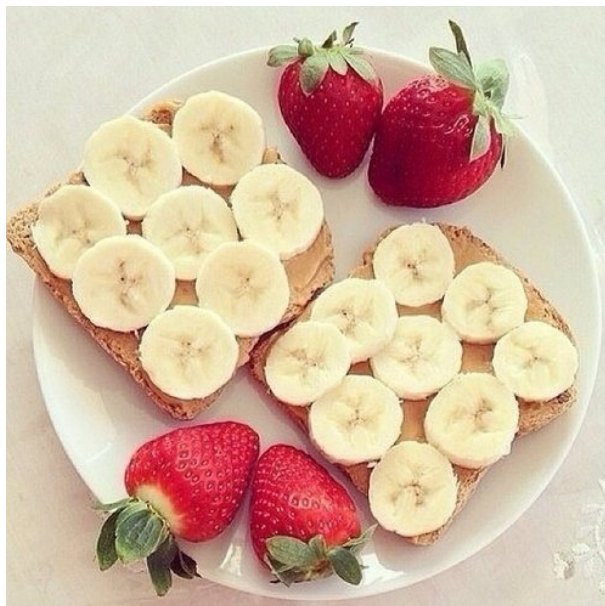


Slika 4 Prehrambena piramida

Piramida obuhvaća sve skupine namirnica: žitarice, povrće, voće, mlijeko i mliječne proizvode, meso i mahunarke, te ulja i masti kao i novo uvedenu komponenta - tjelesnu aktivnost, koju se preporuča prakticirati dnevno po 30 minuta (Alebić, 2008.).

Banana spada u skupinu voća, koje se po prehrambenoj piramidi, preporuča konzumirati u količini dva serviranja dnevno. Banana je idealan izbor voća, zbog već nabrojanih pozitivnih učinaka na zdravlje, ali i zbog toga što su pogodno voće za sve dobne generacije, od starijih

koji mogu imati problema sa žvakanjem, probavom, te djecom koja su prilično problematična skupina što se tiče konzumiranja voća i povrća, te je potrebno samo voće prezentirati na djeci prihvatljiv način (**Slika 5**) (Mandić, 2007.).



Slika 5 Pogodan prijedlog za serviranje banane djeci

2.3.1. Banana kao namirnica iz skupine voća

Voće dijelimo u dvije skupine:

- voće bogato vodom i
- voće bogato mastima (Mandić, 2007.).

Banana spada u skupinu voća bogatog vodom. U količini koja bi zadovoljila dnevne preporuke za unos voća (2 serviranja) banana ne predstavlja veliki izvor energije kada se gleda u odnosu na cjelodnevni preporučeni unos kalorija, ali je zato idealan međuobrok, ili kao prilog. Visoko je cijenjena zbog svog sadržaja vitamina i minerala, te posebno voćnih kiselina (Mateljan, 2008.).

Banana je u sadržaju vitamina C znatno slabija namirnica u usporedbi sa nekim povrćem, ali prednost joj je što se može konzumirati sirova, pa ne dolazi do gubitka vitamina tijekom termičke obrade (Mateljan, 2008.).

Prema ulozi u organizmu namirnice se mogu podijeliti na gradivne, zaštitne i energetske. Banana bi svakako spadala u skupinu energetskih, ali i zaštitnih namirnica. Konzumiranjem banane brzo se vraća izgublenu energija, te se ona stoga preporuča kao međuobrok. Upravo se sportašima preporuča konzumiranje banane, koju su oni prepoznali kao lagan obrok koji u kratkom roku vraća izgublenu energiju (Mandić, 2007.).

2.3.2. Banana kao izvor vitamina A

Vitamin A prvi put je otkriven 1913.g. kao prvi vitamin topljiv u mastima. Naziva se još i retinol, što da naslutiti da sludjeluje u funkcijama retine, zaštite oka. Naziva ga se još i antiinfektivnim vitaminom jer podržava funkcije imunološkog sustava (Combs, 2008.).

Vitamin A nalazi se samo u namirnicama životinjskog podrijetla, no izvor vitamina A je i beta-karoten koji u organizam unosimo putem namirnica biljnog podrijetla. Beta karoten je prekursor vitamina A i osigurava oko 2/3 neophodne količine vitamina A (Mandić, 2007.).

U Europi i Americi banana ne predstavlja značajan izvor vitamina A jer su njime bogate mnoge druge namirnice, međutim u nerazvijenim zemljama u kojima je pristup hrani ograničen njezino značenje raste. Naručito je to istaknuto u zemljama u kojima se uzgaja velik broj različitih sorti banane, od kojih neke imaju izrazito visoke koncentracije ovog vitamina (Englberger i sur., 2003.).

Zrela banana je dobar izvor ovog vitamina budući da uključuje nekoliko važnih faktora koji doprinose konzumaciji. Ima određen sadržaj karotenoida, konzumira se diljem svijeta budući da je dostupna tijekom cijele godine, raste u velikim količinama te je relativno jeftina (Englberger i sur., 2003.).

Lako je izvršiti transport, lako se skladišti te se može konzumirati kroz nekoliko dana budući da ima relativno dug period trajanja. Ima dobra organoleptična svojstva pa je pogodna za različite dobne grupe, od onih sa normalnim mogućnostima žvakanja te starijih sa posebnim potrebama u prehrani. Istraživanje provedeno u Mikroneziji pokazuje da je banana općenito najbolji izbor kao izvor ovoga vitamina kad se uzmu u obzir svi faktori , između ostalih namirnica sa sličnim sadržajem ovog vitamina (Englberger i sur., 2003.).

2.3.3. Banana kao izvor škroba

Istraživanje provedeno 2014. godine na Sveučilištu Južne Kine, pokazalo je da se tijekom sedam stadija dozrijevanja dvije podvrste banana događaju razne promjene kod rezistentnog škroba. Korištene podvrste bile su Cavendish i Pisang Awak. Strukture RS su promatrane pomoću svjetlosnog mikroskopa, polarizirajućim mikroskopom, X-zrakama i infracrvenom spekrostoposkopijom. Rezultati su pokazali razlike u mikrostrukтури i fizikalno-kemijskim svojstvima između dvije podvrste tijekom različitog stadija dozrijevanja (Wang i sur., 2014.).

Postoje četiri vrste rezistentnog škroba:

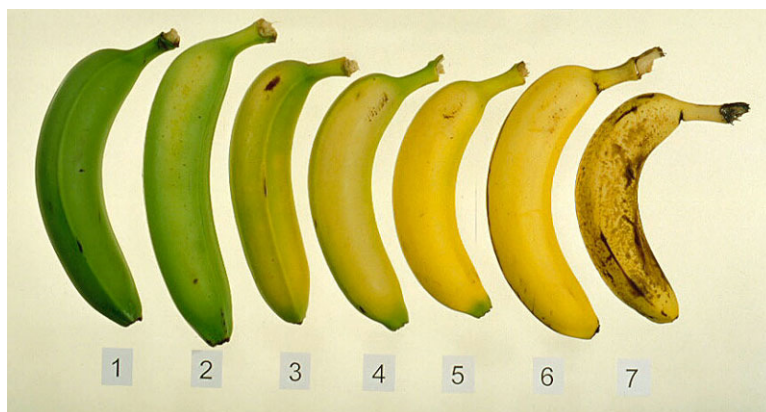
- fizički zarobljen škrob, nedostupan škrob;
- nativni škrob u granulama, sastavljen od ne želatiziranih granula;
- retrogradirani škrob koji nastaje prilikom procesiranja hrane;
- kemijski modificirani škrob (Wang i sur., 2014.).

RS izoliran iz banana može imati različita svojstva. Sa skladištenjem, brojni enzimi pretvaraju škrob u šećere, što znači da je količina škroba u različitim stadijima dozrijevanja različita (Zhang i sur., 2005.).

Za potrebe istraživanja o utjecaju skladištenja na sadržaj rezistentnog škroba Wang i suradnici (2014.) podjelili su banane u sedam skupina obzirom na stadij zrelosti (Slika 6). To su:

- Posve zelene (1)
- Zelene sa tragovima žutoga na kori (2)
- Više zelene nego žute (3)
- Više žute nego zelene (4)
- Žute sa tragovima zelenoga (5)
- Posve zrele (žute) (6)
- Žute sa tragovima smeđega (7)

U daljnjem tijeku istraživanja su korištene samo banane u stadijima zrelosti 1 - 5, budući da su banane u stadijima zrelosti 6 i 7 imale škrob u obliku koloidnih čestica te nisu bile korisne za neke aspekte istraživanja (Wang i sur., 2014.).



Slika 6 Stupnjevi dozrijevanja banana (Anvari, 2014.)

Banane su prvo oguljene, potom samljevene i obrađene sa enzimima pektinazom i amilazom da bi se uklonio pektin, celuloza, proteini i probavljivi škrob. Takva smjesa je prošla kroz centrifugu (3000 o/min, 15 minuta). Poslije toga je slijedio proces sušenja na 50°C, te skladištenje pri 5°C. Zatim se odredio sadržaj RS-a. Čitav postupak analize kreiran je tako da simulira uvjete ljudskog probavnog sustava. Dobiveni škrob je zatim otopljen u glicerolu (50 %-tna koncentracija) i promatran pod svjetlosnim mikroskopom koristeći i normalno i polarizirano svjetlo. Za infracrvenu sprektroskopiju uzorak je obrađen sa KBr-om dok je za pregled X-zrakama korištena Cu-K α radijacija. Rezultati su ukazali na to da se koncentracija RS u bananama postepeno s vremenom skladištenja snižavala. *Cavendish* banana je pokazale znatno opadanje RS u prve četiri faze dozrijevanja, ali zato polagano opadanje koncentracije RS u zadnje tri faze. Nasuprot tome, *Pisang Awak* podvrsta ponašala se upravo suprotno, u prve tri faze koncentracija RS polagano je opadala, da se onda u zadnje četiri faze znatno spustila u kratkom vremenskom roku. To su značajne razlike za dvije podvrste banana u istom stadiju zrelosti, a takav rezultat se može pripisati razlici u enzimskim reakcijama koje pretvaraju škrob u šećere. Reakcije su bile brže kod *Cavendish* banana, pa je tome proporcionalna i koncentracija RS-a (Wang i sur., 2014.).

Nadalje, većina granula kod *Cavendish* banana bila je ovalnog oblika, ponegdje sa nekolicinom dugih i tankih granula. Kao kontrast, škrobne granule kod Pisang Awak podvrste bile su mahom okrugle, sa ponekom trokutastom granulom. Kod obje podvrste, krajevi stjenki granula bile su posve nepromjenjene prilikom prve dvije faze dozrijevanja. Također, većina granula je imala vrlo glatku površinu prilikom prva tri stadija dozrijevanja, da bi kasnije prelazile u grube i nepravilne te smežurane oblike uzrokovane enzimskom reakcijom. U fazi 5 bilo je više smežuranih granula kod podvrste *Cavendish* nego kod podvrste *Pisang Awak*. Još jednom dokaz da su enzimske reakcije tekle brže kod *Cavendish* podvrste (Wang i sur., 2014.).

Moć apsorpcije vode kod *Cavendish* podvrste bila ne najizraženije u stadiju 4, dok je kod *Pisang Awak* podvrste bila izraženija u stadiju 5 pri temperaturama od 50 °C do 70 °C i u stadiju 3 pri 90 °C. Zaključujemo da se za uspješnu ekstrakciju RS treba pripaziti na stadij zrelosti i temperaturu obrade kod obje podvrste. Moć bubrenja bila je podjednaka kod obje podvrste, s time da je kod *Cavendish* podvrste moć bubrenja bila najviša u stadiju 5, jer je polagano rasla kroz prva četiri stadija, dok je kod druge podvrste bila najviša u prvom stadiju a kroz ostale ostala podjednaka ili nešto manja (Wang i sur., 2014.).

Prozirnost je kod obje podvrste padala sa povećanjem stupnja zrelosti (Wang i sur., 2014.).

Rezultati ovog istraživanja pokazuju da se općenito sadržaj RS smanjivao dužim vremenom skladištenja. Tijekom cijelog stupnja dozrijevanja, Pisang Awak podvrsta je konstantno imala veći sadržaj RS nego druga vrsta. Mikroskopiranje je pokazalo razlike u obliku škrobne granule, *Cavendish* granule su ovalne, dok su Pisang Awak bile okrugle. *Cavendish* banana je dozrijevale brže nego druga podvrsta (Wang i sur., 2014.).

U konačnici zaključeno je da treba ispitati sva fizikalno-kemijska svojstva i ostale karakteriste koje su bitne za uspješnu tehnološku proizvodnju škroba iz ove sirovine, jer različite temperature i vremenski period skladištenja djeluju drugačije na pojedina svojstva različitih podvrsta banana (Wang i sur., 2014.).

3. ZAKLJUČAK

Temeljem podataka pronađenih u literaturi i iznesenih u ovom radu može se zaključiti slijedeće:

- Banana je poznata od „pamtivijeka“. Uklapa se u današnji način života kao namirnica koja brzo vraća energiju, a k tome je ukusna i može se kupiti na svakom koraku. Dostupna je tijekom cijele godine, te ima relativno dug rok trajanja. Može se konzumirati nezrela, zrela pa i blago prezrela.
- Redovnim konzumiranjem banane mogu se spriječiti razne bolesti ili ublažiti simptomi već nastalih. Banana pogoduje probavi, te je zbog visokog sadržaja rezistentnog škroba namirnica koju bi trebalo što češće konzumirati.
- Osim kao osnovna namirnica koja se konzumira u svježem stanju banana je pogodna i kao sirovina za pripravu bezglutenskog brašna, što pogoduje osobama oboljelim od celijakije.

4. LITERATURA

- Alebić IJ: Prehrambene smjernice i osobitosti osnovnih skupina namirnica. *MEDICUS*, 17(1):37-46, 2008.
- Anvari S: After reading this, you`ll never look at a banana in the same way again. Underground health, 2014. <http://www.undergroundhealth.com/after-reading-this-youll-never-look-at-a-banana-in-the-same-way-again/> [1.9.2014.]
- Combs GF: The vitamins, Fundamental aspects in nutrition and health. Elsevier, USA, 2008.
- Englberger L, Schierle J, Marks GC, Fitzgerald MH: Micronesian banana, taro, and other foods: newly recognized sources of provitamin A and other carotenoids. *Journal of food composition and analysis*, 16:3-19, 2003.
- Forster M, Rodríguez Rodríguez E, Darias Martín J, Díaz Romero C: Distribution of nutrients in edible banana pulp. *Food technology and biotechnology*, 41:167-171, 2003.
- Fruit Maven: Manzano Banana, fruitmaven.com, 2010. <http://fruitmaven.com/2010/01/manzano-banana/#more-1152> [01.09.2015.]
- Heacock PM, Hertzler SR, Wolf B: The glycemic, insulinemic, and breath hydrogen responses in humans to a food starch esterified by 1-octenyl succinic anhydride. *Nutrition Research* 24:581-592, 2004.
- Izidoro DR, Sierakowski MR, Isidoro Haminiuk CW, de Souza CF, de Paula Scheer A: Physical and chemical properties of ultrasonically, spray-dried green banana (*Musa cavendish*) starch. *Journal of food engineering*, 104:639-648, 2011.
- Longo N: *Why bananas are great for weight loss and immunity*. PreventDisease.com, 2013. <http://www.undergroundhealth.com/why-bananas-are-great-for-weight-loss-and-immunity/> [01.09.2014.]
- Mandić M: Znanost o prehrani. Hrana i prehrana u čuvanju zdravlja, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek, 2007.
- Mateljan G: Najzdravije namirnice svijeta, Profil-Planetopija-Split zdravi grad, 2008.

- Puppin Zandonadi R, Assunção Botelho RB, Gandolfi L, Selva Ginani J, Martins Montenegro F, Pratesi R: Green banana pasta: an alternative for gluten-free diets. *Journal of the academy of nutrition and dietetics*, 112:1068-1072, 2012.
- Robertson MD, Currie JM, Morgan LM, Jewell DP, Fray KN: Prior short-term consumption of resistant starch enhances postprandial insulin sensitivity in healthy subjects. *Diabetologia* 46:659-665, 2003.
- Šubarić D, Babić J, Ačkar Đ: Modificiranje škroba radi proširenja primjene, *Radovi Zavoda za znanstveni i umjetnički rad u Požegi*, 1(2012):247-258, 2012.
- Thakorlal J, Perera CO, Smith B, Englberger L, Lorens A: Resistant starch in Micronesian banana cultivars offers health benefits. *Pacific health dialog*, 16(1):49-59, 2010.
- Thompson T: *The "banana" diet for celiac disease*, Gluten free dietitian, 2008.
<http://www.glutenfreedietitian.com/dietcom-blog-the-banana-diet-for-celiac-disease/> [01.09.2014.]
- Wang J, Tang XJ, Sheng Chen P, Hua Huang H: Changes in resistant starch from two banana cultivars during postharvest storage. *Food Chemistry*, 156:319-325, 2014.
- Whistler RL: Banana starch production, US Patent 579785, 1998.
- Zhang P, Whistler RL, BeMiller JN, Hamaker BR: Banana starch: production, physicochemical properties, and digestibility – a review. *Carbohydrate polymers*, 59:443-458, 2005.
- Zhang P, Hamaker BR: Banana starch structure and digestibility. *Carbohydrate polymers*, 87:1552-1558, 2012.
- Živković R: *Dijetetika*. Medicinska naklada, Zagreb, 2002.
- Yamada Y i sur.: Effect of bread containing resistant starch on postprandial blood glucose levels in humans. *Bioscience, biotechnology, biochemistry*, 69:559-566, 2005.

